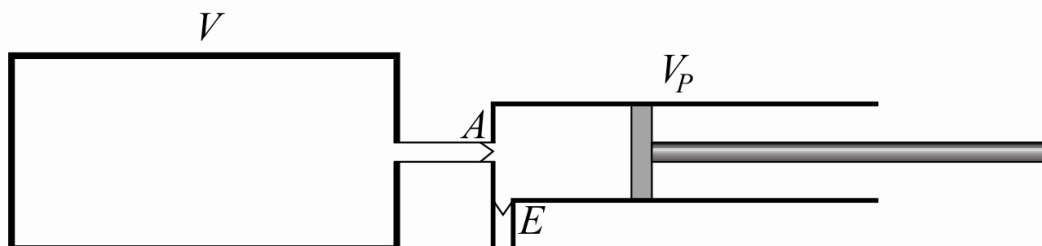


**1. Subiectul 1: pompă pentru vidare**

O incintă cu volumul interior  $V = 10 \text{ dm}^3$  se cuplează la o pompă de vid cu volumul de lucru  $V_p = 0,5 \text{ dm}^3$ . Notațiile „A” și „E” desemnează supapa de admisie, respectiv supapa de evacuare. Inițial, în incintă este aer la o presiune  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ , iar pistonul pompei delimitează un volum nul între el și supapa de admisie.



- Presupunând că temperatura aerului rămâne aceeași pe toată durata proceselor, câte curse trebuie să efectueze pistonul pompei, astfel încât presiunea din cilindru să ajungă  $p = 10^4 \text{ Pa}$ ?
- În incintă este introdusă o sferă cu raza  $R = 2 \text{ cm}$ , confecționată dintr-o foiță foarte subțire din aur cu grosimea  $h = 2 \mu\text{m}$ . În sferă este închisă în prealabil o cantitate de aer având presiunea  $p_0$  și aceeași temperatură cu a restului sistemului. Rezistența la rupere *la întindere* (efortul unitar pentru rupere) pentru o foiță de aur este  $\sigma = 250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ . Câte curse trebuie să efectueze pistonul pompei, astfel încât sfera din aur să se rupă? Se consideră că raza sferei nu se modifică datorită creșterii diferenței de presiune.
- Precizează cel puțin două cauze pentru care nu se poate asigura vidarea completă a unei incinte. Aproximări: poți utiliza aproximările  $\ln(10) \cong 2,3$ ,  $\ln(2) \cong 0,69$ ,  $\ln(1+x) \cong x$  pentru  $|x| \ll 1$ .

**2. Subiectul 2: echilibru și... mișcare**

A. Ai la dispoziție, într-un laborator, următoarele materiale:

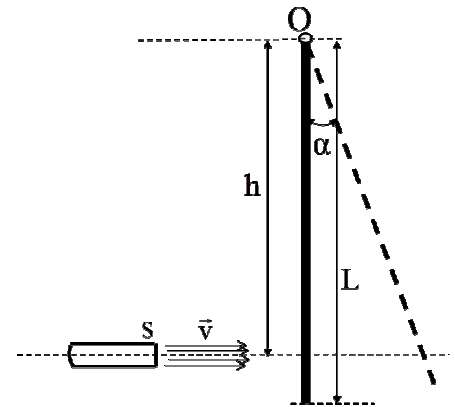
- un plan înclinat de forma unei prisme cu secțiunea transversală un triunghi dreptunghic isoscel care, la mijlocul unei muchii din vârful unghiului ascuțit, are înserat un scripete ideal (masa este neglijabilă și frecările sunt ne semnificative); fețele planului înclinat au același grad de prelucrare;
- un corp de formă paralelipipedică ce poate fi legat de un fir inextensibil și cu masă neglijabilă; fețele acestui corp au același grad de prelucrare. Nu se cunoaște masa corpului;
- un număr suficient de bile din oțel, identice, cu masa fiecăreia mult mai mică decât masa corpului paralelipipedic. Nu se cunoaște masa vreunei bilei. Bilele pot fi legate, împreună sau separat, de un capăt al firului.

Planul înclinat poate fi fixat pe un suport orizontal care nu se poate mișca, iar fețele sale au dimensiuni ce permit deplasări semnificative ale corpului paralelipipedic de-a lungul acestora. Nu ai la dispoziție alte instrumente de măsură.

Propune un experiment de determinare a coeficientului de frecare (static) dintre corp și planul înclinat și arată cum poți determina prin măsurători, cu ce ai la dispoziție, acest coeficient.

- Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele a, b, respectiv c.
- Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

**B.** O placă masivă, omogenă, perfect netedă, de masă  $M$  și de secțiune verticală dreptunghiulară, cu dimensiunea pe verticală  $L$  este fixată pe un ax orizontal ce trece prin punctul  $O$ . Placa se poate roti liber în jurul articulației  $O$ , ca în figura alăturată. La distanța  $h$ , sub punctul  $O$ , asupra plăcii se trimite un jet orizontal de apă, plecând dintr-un injector cu secțiunea transversală  $S$  și având un debit volumic constant. Jetul se deplasează orizontal și nu se împrăștie. Ca urmare a acțiunii continue a apei, placa este deviată de la verticală cu un unghi  $\alpha$ . După acțiunea asupra plăcii, se consideră că jetul de apă rămâne neîmprăștiat și se mișcă pe verticala locului de interacțiune cu placa, în jos. Se neglijează forțele de aderență dintre placă și apă. Greutatea acestuia nu influențează semnificativ ciocnirea cu placa.



Determină viteza pe care o are jetul de apă. Se cunosc: accelerația gravitațională ( $g$ ) și densitatea apei ( $\rho$ ).

### 3. Subiectul 3: automat de cafea

Unele automate de cafea conțin un schimbător de căldură, pentru a nu servi cafeaua foarte fierbinte. În principiu, un asemenea dispozitiv este format din două tuburi coaxiale, prin care curge cafea și lapte, astfel: laptele curge prin spațiul dintre cele două tuburi, iar cafeaua prin tubul central, în sensuri opuse. Lungimea tuburilor este  $L = 5$  m. Laptele intră cu temperatura  $\theta_1 = 10$  °C, iar cafeaua din sens opus, cu temperatura  $\theta_2 = 90$  °C. Se știe că dacă în unitatea de timp, prin acest dispozitiv circulă în fiecare sens aceeași masă de lichid  $\mu$ , atunci la ieșirea din el, laptele reușește să se încălzească până la temperatura  $\theta_3 = 60$  °C. Se consideră că, în regim staționar, fluxul de căldură prin orice suprafață a tubului interior este același, indiferent unde s-ar afla acea suprafață.

- Determină temperatura  $\theta_4$  a cafelei la ieșirea din schimbătorul de căldură.
- La ce distanță  $s$  se află, una față de alta, secțiunile tuburilor unde temperaturile laptelui și a cafelei sunt egale?
- Cât vor deveni temperaturile lichidelor care ies din dispozitiv,  $\theta_3$  și  $\theta_4$ , dacă se dublează vitezele ambelor lichide, păstrând temperaturile lor la intrare, aceleași?

*Observații:*

- Fluxul de căldură printr-o suprafață mică a tubului interior se definește ca fiind puterea termică transferată prin acea suprafață, adică  $\frac{Q}{\Delta t}$ ; acest flux este direct proporțional cu diferența dintre temperaturile lichidelor în contact cu acea suprafață, în acel loc, și cu aria suprafeței de contact.
- Schimbul de căldură cu mediul exterior se neglijează. Densitățile și căldurile specifice ale cafelei și laptelui se consideră egale.

*Subiect propus de:*

*prof. Ioan Pop – Colegiul Național Mihai Eminescu, Satu Mare*

*prof. Liviu Arici – Colegiul Național Nicolae Bălcescu, Brăila*

*prof. Dorel Haralamb – Colegiul Național Petru Rareș, Piatra Neamț*

- Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele a, b, respectiv c.
- Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.